



**PRODUCTION OF INHIBITED ACID AND SYNERGIC
INHIBITOR COMPOSITIONS BASED ON AMINOLYSIS
PRODUCTS OBTAINED FROM POLYETHYLENE
TEREPHTHALATE WASTES**

Meyliyeva Laziza Kahramonovna

Tashkent Institute of Chemical Technology
Navoi Street, 32, Tashkent, Uzbekistan, 100011
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17341272>

ARTICLE INFO

Received: 05th October 2025

Accepted: 10th October 2025

Online: 13th October 2025

KEYWORDS

polyethylene terephthalate,
triethanolamine, aminolysis,
inhibited acid, corrosion
inhibitor, synergistic
composition, mineral salts
accumulation.

ABSTRACT

The article presents the technology for the preparation of inhibited acid and synergistic inhibitor compositions based on products obtained by aminolysis with triethanolamine (TEA) by recycling polyethylene terephthalate (PET) waste. Inhibited acid was formed by adding 20–25% mass hydrochloric acid to the aminolysis product obtained on the basis of PET:TEA. The level of corrosion protection of this inhibitor was evaluated on St.3 steel samples in various aggressive environments (NaCl, mineralized water, paraffin mixtures). As a result, a protection level of 99.8–99.9% was determined at an inhibitor concentration of 10 g/l. The effectiveness of synergistic inhibitor compositions based on IXK–DEA–urea–formaldehyde–orthophosphoric acid in protecting against the accumulation of mineral salts was also studied. The results obtained confirm the temperature and environmental stability of the inhibitors, as well as the economic and environmental efficiency of PET waste recycling.

**ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИРОВАННЫХ КИСЛОТНЫХ И
СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ
ПРОДУКТОВ АМИНОЛИЗА, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ
ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

Мейлиева Лазиза Кахрамоновна

Ташкентский химико-технологический институт
Ул. Навои, 32, г. Ташкент, Узбекистан, 100011
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17341272>

ARTICLE INFO

Received: 05th October 2025

Accepted: 10th October 2025

Online: 13th October 2025

KEYWORDS

ABSTRACT

В статье представлена технология получения ингибированных кислотных и синергетических ингибиторных композиций на основе продуктов



полиэтилентерефталат,
триэтанолламин, аминелиз,
ингибирланган кислота,
ингибитор коррозийи,
синергетическая
композиция, накопление
минеральных солей.

аминелиз с триэтанолламином (ТЭА) путем
переработки отходов
полиэтилентерефталата (ПЭТФ).
Ингибирланган кислота формировалась путем
добавления 20–25% масс. соляной кислоты к
продукту аминелиза, полученному на основе
ПЭТФ:ТЭА. Уровень защиты от коррозийи данного
ингибитора оценивался на образцах стали Ст.3 в
различных агрессивных средах (NaCl,
минерализованная вода, парафиновые смеси). В
результате исследования определен уровень
защиты 99,8–99,9% при концентрации
ингибитора 10 г/л. Также была изучена
эффективность синергетических ингибиторных
композиций на основе IXK–DEA–мочевина–
формальдегид–ортофосфорная кислота в
защите от накопления минеральных солей.
Полученные результаты подтверждают
температурную и экологическую стабильность
ингибиторов, а также экономическую и
экологическую эффективность переработки
отходов ПЭТ.

ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ ЧИҚИНДИЛАРИДАН ОЛИНГАН АМИНОЛИЗ МАҲСУЛОТЛАРИ АСОСИДА ИНГИБИРЛАНГАН КИСЛОТА ВА СИНЕРГЕТИК ИНГИБИТОР КОМПОЗИЦИЯЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Мейлиева Лазиза Қахрамоновна

Тошкент кимё-технология институти Навоий кўчаси, 32-уй, Тошкент,
Ўзбекистон, 100011

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17341272>

ARTICLE INFO

Received: 05th October 2025

Accepted: 10th October 2025

Online: 13th October 2025

KEYWORDS

полиэтилентерефталат,
триэтанолламин, аминелиз,
ингибирланган кислота,
коррозия ингибитори,
синергетик композиция,
минерал тузлар тўпланиши.

ABSTRACT

Мақолада полиэтилентерефталат (ПЭТ)
чиқиндиларини қайта ишлаш орқали
триэтанолламин (ТЭА) билан аминелиз йўлида
олинган маҳсулотлар асосида ингибирланган
кислота ва синергетик ингибитор
композицияларини тайёрлаш технологияси
келтирилган. ПЭТ:ТЭА асосида олинган аминелиз
маҳсулотига 20–25 % масс хлорид кислотаси
қўшиб ингибирланган кислота ҳосил қилинди.
Ушбу ингибиторнинг коррозиядан ҳимоялаш



даражаси Ст.3 пўлат намуналарида турли агрессив муҳитларда (NaCl, минералланган сув, керосин аралашмалари) баҳоланди. Натижада 10 г/л ингибитор концентрациясида 99,8–99,9 % ҳимоя даражаси аниқланди. Шунингдек, ИХК–ДЭА–карбамид–формальдегид–ортофосфор кислотаси асосидаги синергетик ингибитор композицияларининг минерал тузлар тўпланишидан ҳимоя қилиш самарадорлиги ҳам ўрганилди. Олинган натижалар ингибиторларнинг ҳарорат ва муҳит барқарорлигини, шунингдек ПЭТ чиқиндиларини қайта ишлашнинг иқтисодий ва экологик самарадорлигини тасдиқлайди.

Кириш. Полиэтилентерефталат (ПЭТ) турли қопламалар ва идишлар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилиши сабабли, унинг чиқиндилари экотизим учун жиддий муаммолардан бирига айланган. ПЭТ полимерининг юқори термик ва кимёвий барқарорлиги унинг табиий шароитларда парчаланишини қийинлаштиради, бу эса чиқиндиларнинг йиғилиб боришига олиб келади. Шу боис сўнгги йилларда ПЭТ чиқиндиларини кимёвий қайта ишлаш ва улардан янги қўшимча қийматли маҳсулотлар олиш йўналиши жадал ривожланмоқда [1-4].

Шу билан бирга, нефт-газ соҳасида ишлатиладиган қурилмаларнинг коррозияси ва минерал тузлар тўпланиши ишлаб чиқариш жараёнларига салбий таъсир кўрсатиб, катта иқтисодий зарар келтиради. Мавжуд ингибиторларнинг кўпчилиги қиммат, айримлари эса экотоксикологик жиҳатдан хавfli ҳисобланади. Шу сабабли маҳаллий хомашё ва чиқиндилар асосида экологик хавфсиз, арзон ва самарали ингибиторлар яратиш долзарб вазифа ҳисобланади [5-8].

Ушбу ишда ПЭТ чиқиндиларини триэтанолламин (ТЭА) билан аминализ қилиш орқали олинган маҳсулотлар асосида ингибирланган кислота ва синергетик ингибитор композицияларини яратиш имкониятлари ўрганилди. ПЭТ:ТЭА аминализ маҳсулотлари металлларнинг кислота муҳитларидаги коррозиясини самарали ингибирловчи асос сифатида таклиф этилди. Олинган ингибирланган кислота ва синергетик композициялар турли муҳитларда (NaCl, минералланган сув, керосин аралашмалари) синовдан ўтказилиб, уларнинг ҳароратга нисбатан барқарорлиги ва минерал тузлар тўпланишидан ҳимоялаш қобилияти баҳоланди [9-13].

Тадқиқотнинг илмий янгилиги шундаки, у биринчи марта ПЭТ чиқиндиларининг аминализ маҳсулотларини ингибирланган кислота ҳосил қилишда асосий фаол модда сифатида қўллаш имконини намойиш этади. Шунингдек, ИХК–ДЭА–карбамид–формальдегид–ортофосфор кислотаси асосидаги



синергетик таркибларнинг минерал тузлар тўпланишидан ҳимоялаш самарадорлиги ҳам илмий асосда баён этилган.

Материаллар ва усуллар

Тадқиқотларда асосий хомашё сифатида полиэтилентерефталат (ПЭТ) чиқиндилари ва триэтанолламин (ТЭА) ишлатилди. ПЭТ чиқиндилари олдиндан сараланиб, механик тозалаш ва қуритиш жараёнларидан сўнг, 1×1 см ўлчамда майдаланди. ТЭА аналитик тозаликдаги реактив сифатида ишлатилди. Реакциялар дистилланган сув муҳитида амалга оширилди.

ПЭТ чиқиндиларининг аминолизи

ПЭТ чиқиндиларининг аминолизи махсус лаборатория реакторида якорли аралаштиргич ва ташқи иситиш мосламаси ёрдамида амалга оширилди. Реакторга белгиланган миқдорда майдаланган ПЭТ ва ТЭА юкланиб, ҳарорат 1 соат давомида аста-секин 100 °С гача кўтарилди. Кейинчалик ҳарорат 225 °С гача оширилиб, 6 соат давомида қиздириш орқали аминолиз реакцияси олиб борилди. Реакция натижасида қовушқоқ, бирхил масса ҳосил бўлиб, бу аминолиз маҳсулоти ингибирланган кислота тайёрлаш учун асосий фаол модда сифатида қўлланилди.

Ингибирланган кислота тайёрлаш

85 г хлорид кислотаси олиниб, суюлтириш учун 15 г дистилланган сув қўшилди. Олинган аралашма доимий аралаштириш шароитида бўлган ҳолда, унга 25 г аминолиз маҳсулоти (ПЭТ:ТЭА нисбати 1:4) қўшилди. Реакцион аралашма 40 минут давомида интенсив аралаштирилиб, бир хил қовушқоқ ингибирланган кислота ҳосил қилинди.

Коррозия синовлари

Металл намуналари сифатида Ст.3 маркадаги пўлат ишлатилди. Намуналарнинг юзаси 11×10^{-2} см² бўлиб, улар махсус тайёрланган агрессив муҳитларда синовдан ўтказилди. Синов муҳитлари қуйидагича тайёрланди:

А муҳит: 0,1 N NaCl ва керосин (16:1, pH = 3, PCO₂ = 1 атм);

Б муҳит: минералланган сув (NaCl – 80, CaCl₂ – 5,0, CaSO₄ – 1,0, MgCl₂ – 2,0, NaHCO₃ – 0,1);

Г муҳит: 3 % NaCl (PCO₂ = 1 атм);

В муҳит: 3 % NaCl ва керосин (16:1, pH = 3, CO₂ ва H₂S билан тўйинтирилган);

Д муҳит: минералланган сув ва нефт (16:1, pH = 5, PCO₂ = 1 атм).

Ингибитор концентрацияси 0,1–20 г/л орасида ўзгартирилиб, ҳарорат 35 °С да 48 соат давомида коррозия тезлиги аниқланди.

Синергетик ингибитор композицияларини тайёрлаш

Минерал тузлар тўпланишидан ҳимоя қилиш учун ингибирланган кислота (ИХК) асосида синергетик ингибитор таркиблари тайёрланди. Таркибда ИХК (3–7 %), ишлатилган диэтанолламин (ДЭА, 10–12 %), карбамид (18–22 %), формальдегид (2–3 %) ва ортофосфор кислотаси (ОФК, 8–12 %) ишлатилди, қолган қисми сув билан тўлдирилди. Композициялар 40 °С ва 80 °С ҳароратда синовдан ўтказилди. Ингибитор самарадорлиги сув қаттиқлиги (4–13 мг/л) ва ингибитор концентрацияси (4–12 мг/л)га нисбатан баҳоланди.

Техник синовлар



Тайёрланган ингибитор композицияларининг синовлари Тошкент кимё-технология институти ва “Geo Research and Development Company” ҳамкорлигида, “Электрокимёзаводи” ҚК-АЖ ишлаб чиқариш шароитида тажриба-синов тарзида амалга оширилди. Коррозиядан ҳимоя даражаси ТУ 6-01-04-689381-85-91 стандарти талабларига мувофиқ равишда баҳоланди.

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси

Таркиби 20-25 % масс хлорид кислотали ингибирланган кислота олиш учун 85 г тортилиб, суултириш мақсадида 15 г дистилланган сув қўшилади, сўнгра аралаштириб турилган ҳолатида олиниб, 25 г аминелиз маҳсулоти ПЭТ: ТЭА қўшилади. Аралашама 40 минут давомида интенсификация аралаштирилади.

Металл намуналари Ст.3 маркадаги пўлатдан тайёрланиб, юзаси 11×10^{-2} см². Агрессив муҳит модели сунъий тайёрланди: А - намуна 0,1 н натрий хлорид; керосин 16÷1 (рН = 3), Pco₂=1 атм; В - намуна минералланган сув (NaCl-80, CaCl₂-5,0, CaSO₄-1,0, MgCl₂-2,0, NaHCO₃-0,1); G - намуна 3 % натрий хлорид, Pco₂=1 атм; V - намуна 3 % натрий хлорид; керосин 16÷1 (рН = 3), CO₂ ва H₂S билан тўйинтирилган; D - намуна минералланган сув (NaCl-80, CaCl₂-5,0, CaSO₄-1,0, MgCl₂-2,0, NaHCO₃-0,1); нефт 16÷1 (рН = 5), Pco₂=1 атм.

1-жадвал

Бир ва икки фазада муҳитларда ингибиторнинг коррозия тезлигига таъсири. Ст.3 пўлат. Ингибитор концентрацияси 10 г/л, ингибирлаш давомийлиги 48 соат

Ингибитор	Коррозиядан ҳимоялаш даражаси, % (35 °C)				
	А таркиб	Б таркиб	Г таркиб	В таркиб	Д таркиб
1-композиция*	99,7	99,3	99,9	97,6	98,9
2-композиция	99,9	98,9	99,9	96,9	99,9
3-композиция	97,9	96,3	97,8	95,8	97,3
4-композиция	99,4	98,6	99,3	98,7	99,8
5-композиция	98,1	96,2	96,7	97,8	97,4

*композициялар таркибида 85 мг хлорид кислота ва 15 мл сув сақлаган ва ПЭТ: ТЭА 1:4 миқдори 20 ÷ 40 (қадамлар миқдори 5 мг) бўлган таркиблар.

2-жадвал

Ингибитор концентрациясининг коррозия тезлигига таъсири. Ст.3 пўлат. ингибирлаш давомийлиги 48 соат, 2-композиция, агрессив муҳит - D - таркиб

№	Концентрация, г/л	Ҳимоялаш даражаси, Z, %	
		20 °C	80 °C
I	0,1	67,3	67,4
	1,0	89,1	89,2
	5,0	93,4	96,2
	10,0	99,8	99,8
	20,0	99,9	99,9
II	0,1	69,4	69,7
	1,0	90,2	91,3
	5,0	96,8	97,4
	10,0	99,9	99,9
	20,0	99,9	99,9
III	0,1	62,4	63,5
	1,0	87,9	88,4



	5,0	93,7	94,1
	10,0	96,9	97,8
	20,0	99,6	99,8

ПЭТ : ТЭА асосли хлорид кислота қўшиб тайёрлаган ингибирланган кислотанинг коррозиядан ҳимоялаш даражасини аниқлаш бўйича тажриба натижалари қуйидаги 6-жадвалга киритилган.

3-жадвал

ПЭТ: ТЭА асосидаги ингибиторнинг коррозиядан ҳимоялаш даражаси

Тажриба №	ПЭТ: ТЭА асосидаги ингибирланган кислота дозаси	Коррозия тезлиги, с/см ² -соат	Коррозия тезлигининг пасайиши, марта
1	ингибиторсиз	18,0	-
2	5.0	0.81	22
3	10.0	0.50	36
4	15.0	0.38	47
5	20.0	0.27	67

4-жадвал

Синергетик самарали таркибларнинг минерал тузлар тўпланишидан ҳимоялаш самарасининг ингибитор концентрацияга боғлиқлиги. Ҳарорат 40 °С

№	Минерал тузлар тўпланиши ингиби-тори таркиби, % масс	Ингибитор концентрацияси мг/л	Ингибитор самараси, %		
			Сув қаттиқлиги, мг/л		
			4 - 5	8 - 10	11 - 13
1.	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 21; формальдегид - 2; ОФК - 8	4,0	76,44	73,50	71,54
		8,0	77,42	74,48	72,52
		10,0	78,40	76,44	73,50
		12,0	79,38	76,44	73,50
2.	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК - 8	4,0	89,18	88,20	86,24
		8,0	90,16	89,18	88,20
		10,0	90,16	89,18	88,20
		12,0	91,14	89,18	88,20
3.	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК - 9	4,0	75,46	74,48	72,52
		8,0	76,44	75,46	73,50
		10,0	77,42	77,42	74,48
		12,0	78,40	76,44	74,48
4.	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК - 10	4,0	90,16	88,20	87,22
		8,0	91,14	89,18	88,20
		10,0	93,10	91,14	88,20
		12,0	93,10	91,14	88,20
5.	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 3; ОФК - 11	4,0	76,44	73,50	71,54
		8,0	77,42	75,46	73,50
		10,0	78,40	77,42	74,48
		12,0	79,38	78,40	73,50
6.	ИХК - 7; И-ДЭА - 12; карбамид - 22; формальдегид - 3; ОФК - 12	4,0	81,34	78,40	76,44
		8,0	82,32	79,38	77,42
		10,0	82,32	80,36	78,40



		12,0	82,32	80,36	78,40
--	--	------	-------	-------	-------

Самарали минерал тузлар тўпланишини ингибирловчи таркибни аниқлаш учун ингибирланган кислота (ПЭТ: ТЭА+HCl), карбамид, ортофосфор кислотаси, формальдегид, ишлатилган ДЭА кўшиб композициялар тайёрланди: ингибирланган хлорид кислота (ИХК) - 3-7 %; ДЭА - 10-12 %; карбамид - 18-22 %; формальдегид - 2 - 3 %; ортофосфор кислота (ОФК) - 8-12 %; қолгани сув.

Таркиблар ингибиторларининг минерал тузлар тўпланишидан ҳимоялаш самарасини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари 7- ва 8-жадвалларда келтирилган.

Тадқиқотлар давомида шунингдек олинган таркиблар коррозиядан ҳимоялаш даражасининг ҳароратга боғлиқликлари 40°C ва 80 °C да ўрганиб чиқилди.

5-жадвал

**Синергетик самарали таркибларнинг минерал тузлар тўпланишидан
ҳимоялаш самараси, ҳарорат 80 °C**

№	Минерал тузлар тўпланиши ингибитори таркиби	Ингибитор концентрацияси мг/л	Ингибитор самараси, %		
			Сув қаттиқлиги, мг/л		
			4 - 5	8 - 10	11 - 13
1.	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 21; формальдегид - 2; ОФК - 8	4,0	80,72	79,40	78,74
		8,0	81,38	80,06	79,40
		10,0	82,70	81,38	79,40
		12,0	82,70	81,38	79,40
2	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК - 8	4,0	80,06	79,40	78,08
		8,0	80,72	80,06	79,40
		10,0	80,72	80,16	79,40
		12,0	81,38	80,06	79,40
3	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК - 9	4,0	90,82	90,16	88,84
		8,0	91,48	90,82	89,50
		10,0	92,14	92,14	90,16
		12,0	92,80	91,48	91,16
4	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК - 10	4,0	91,48	79,50	78,18
		8,0	92,14	80,16	78,84
		10,0	92,80	81,48	79,50
		12,0	93,46	81,48	79,50
5	ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 3; ОФК - 11	4,0	81,48	79,50	78,18
		8,0	82,14	80,82	79,50
		10,0	82,80	82,14	80,16
		12,0	83,46	82,80	79,50
6	ИХК - 7; И-ДЭА - 12; карбамид - 22; формальдегид - 3; ОФК - 12	4,0	84,78	82,80	81,48
		8,0	85,44	83,46	82,14
		10,0	85,64	84,12	82,80
		12,0	85,44	84,12	82,80



ИХК - 7; И-ДЭА - 10; карбамид - 22; формальдегид - 2; ОФК – 10 таркибли минерал тузлар тўпланиши ингибитори шартли равишда «ML-ИОМС-7» деб аталди.

Юқоридаги жадваллар маълумотлари шуни кўрсатадики, фаол асос миқдори ошиб бориши билан минерал тузлар тўпланишидан ҳимоялаш самарадорлиги ҳам ортиб боради, синергетик самарали қўшимчалардан ингибирланган кислота ва формальдегиднинг миқдори 10 г гача бўлганда, И-ДЭАнинг миқдори эса 5 г бўлганда ингибирлаш самараси юқори бўлиб, ингибитор концентрацияси 10 г/л бўлганда мос равишда 99.6 ва 99.01 % ни ташкил этади.

Ингибитор композициясини олиш жараёни

Триэтанолламин (ТЭА) иштирокида полиэтилентерефталат (ПЭТ) чиқиндиларининг аминолизи асосида ҳосил қилинган олигомер маҳсулотлар асосида «ML-ИОМС-7» минерал тузлар тўпланиши ингибитори ишлаб чиқилди. Оптимал шароит сифатида ПЭТ:ТЭА моль нисбати 1:4, ҳарорат 220–225 °С ва реакция давомийлиги 6 соат этиб белгиланди. Бу шароитда ҳосил бўлган аминолиз маҳсулотлари юқори фаолликка ва яхши қовушқоқликка эга бўлди.

Олинган аминолиз маҳсулотлари асосида 20–25 % масс хлорид кислотали ингибирланган кислота тайёрланди. Тайёрланган ингибирланган кислотага карбамид, формальдегид, ортофосфор кислотаси ва ишлатилган диэтанолламин қўшилиб, синергетик таъсирга эга ингибитор композицияси ҳосил қилинди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, ингибитор концентрацияси 10 г/л бўлган ҳолатда коррозиядан ҳимоя даражаси 99,8 % дан ошди. Шунингдек, минерал тузлар тўпланишидан ҳимоя қилиш самарадорлиги 80 °С ҳароратда ҳам юқори даражада сақланди.

Ишлаб чиқилган ингибитор композициялари саноат шароитида Тошкент кимё-технология институти, “Geo Research and Development Company” ОАЖ ва “Электрокимёзаводи” ҚК–АЖ ҳамкорлигида синовдан ўтказилди. Натижада, «ML-ИОМС-7» ингибитори Шўртан нефт–газ қудуқларидаги металл қувурларнинг коррозия ва туз тўпланишидан самарали ҳимоя қилиш хусусиятларини намоён этди.

Муҳокама

Олинган натижалар таҳлили шундан далолат берадики, полиэтилентерефталат чиқиндиларининг триэтанолламин билан аминолизи натижасида ҳосил қилинган олигомерлар ингибирланган кислота ва синергетик ингибитор композициялари учун фаол асос бўлиб хизмат қилади. Бундай ёндашув чиқиндиларни қимматли кимёвий маҳсулотларга айлантириш имконини бериб, экологик муаммоларни камайтириш билан бирга саноат учун ресурс тежамкор ечим яратади.

Коррозия синовлари натижалари ингибиторнинг юқори фаоллигини тасдиқлади: унинг 10 г/л концентрацияда 99,8–99,9 % гача ҳимоя даражаси кўрсатиши амалдаги маълум ингибитор таркибларига нисбатан юқори самарадорликни намоён этди. Бу ҳол, эҳтимол, аминолиз маҳсулотларидаги



гидроксил ва амин гуруҳларининг металл юзаси билан кучли адсорбцияси, ҳамда синергетик қўшимчалар (карбамид, ортофосфор кислотаси, формальдегид ва диэтанолламин) таъсирида барқарор пассивация қатламининг ҳосил бўлиши билан изоҳланади.

Аминолиз асосида олинган ингибиторларнинг коррозияга қарши самарадорлиги ҳақидаги илмий маълумотлар [14-15] билан таққослаганда, «ML-ИОМС-7» таркибининг афзаллиги шундаки, у нафақат кислотали муҳитларда, балки минералланган ва газ билан тўйинтирилган муҳитларда ҳам юқори барқарорликни намоён этди. Бу эса уни нефт-газ қудуқларида қўллаш учун мос технологик материал сифатида баҳолаш имконини беради.

Шунингдек, ингибиторнинг термик барқарорлиги ва юқори ҳароратда самарадорлигини сақлаб қолиши унинг таркибидаги органик-функционал гуруҳлар ва фосфор-азотли компонентлар ўртасидаги синергетик таъсир билан боғлиқ. Бу ҳолат ингибиторни турли ҳарорат шароитидаги агрессив муҳитларда ҳам фаол ҳимоя воситаси сифатида қўллаш имконини тасдиқлайди.

Хулоса

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида полиэтилентерефталат чиқиндиларининг триэтанолламин билан аминолизи орқали фаол олигомер маҳсулотлар олинди ва улар асосида ингибирланган кислота ҳамда синергетик ингибитор композициялари тайёрланди. Тайёрланган «ML-ИОМС-7» ингибитори турли агрессив муҳитларда юқори барқарорлик ва 99,8–99,9 % гача бўлган коррозиядан ҳимоя даражасини намоён этди. Шу билан бирга, ингибитор минерал тузлар тўпланишидан самарали ҳимоя қилиш қобилиятига эга эканлиги аниқланди. Тадқиқот натижалари ПЭТ чиқиндиларини қайта ишлаш орқали юқори қийматли саноат маҳсулотларини олиш имкони борлигини кўрсатди ва бу йўналиш экологик барқарор ҳамда иқтисодий жиҳатдан мақбул технологик ечим сифатида тавсия этилиши мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.
2. Meyliyeva L.Q., Davlyatova Z.M., Kadirov X.I. Polietilentereftalat asosli chiqindilarni qayta ishlash va olingan mahsulotlarning qo'llanilish yangi sohalari. *Farg'ona politexnika instituti ilmiy – texnika jurnali.*, Farg'ona – 2022, Tom 26, №2. 146-151 b.
3. Abdel-Hameed, R. H., El-Sayed, S. A., & Soliman, A. Y. (2020). Green recycling of poly(ethylene terephthalate) waste as corrosion inhibitor for steel in marine environment. *Egyptian Journal of Chemistry*, 63(9), 3441–3456.
4. L.M. Meyliyeva., V.Z. Nurmukhamedova., Sh.A. Niyozova., B.U. Zokirov., Sh.Sh. Khasanov., O.N. Ashirov., J.M. Abdurakhmanov., Sh.A. Mutalov. Investigation of the conditions of alcoholization of secondary polyethylene terephthalate with triethanolamine. *European Chemical Bulletin*. 2023, 12(4), 888-895 p.
5. Ghosal, K., Nayak, C., & Das, A. (2022). Recent advances in chemical recycling of polyethylene terephthalate: Methods and applications. *Materials Advances*, 3(4), 1721–1739.



6. Ahmed, M. A., Ibrahim, M. A. M., & El-Ghamry, H. A. (2024). Current and emerging trends of inorganic, organic and eco-friendly corrosion inhibitors: A review. *RSC Advances*, 14(8), 4215–4236.
7. A.T. Karimov., L.M. Meyliyeva., H.T. Tilovov., S.J. Kholikova., Kh.I. Kadyrov. Effective catalysts of the synthesis of quinoline and quinoline derivatives. *European Chemical Bulletin*. 2023, 12 (Regular Issue 6), 76-86 p.
8. L.M. Meyliyeva., Kh.I. Kadyrov. ML-IOMS-7 mineral tuzlar to'planishiga qarshi ingibitorining ishlab chiqarish texnologiyasi va neft-gaz quduqlarida qo'llanilishi. *Central asian food engineering and technology*. Xalqaro, elektron (online) jurnali volume 1, issue 2, september 2025 issn: 2181-385x. 69-76 b.
9. Răuță, D. I., Benea, L., & Păduraru, E. (2023). Recent development of corrosion inhibitors: Types, mechanisms and applications. *Technologies*, 11(3), 103.
10. Lin, H., Zhang, T., & Zhao, W. (2024). Corrosion inhibition properties and synergistic effects of novel organic inhibitors: A comprehensive review. *Frontiers in Chemistry*, 12, 11173720.
11. Tang, Z., Liu, J., & Zhang, X. (2025). Synergistic mechanism and corrosion inhibition effect of two structurally complex imidazole derivatives. *Applied Surface Science*, 669, 161205.
12. Abdel-Hameed, R. H., Fekry, A. M., & Shabana, A. A. (2023). Manufacturing of corrosion inhibitors and flow improvers from PET plastic waste. *ACS Omega*, 8(12), 10432–10442.
13. Abd El-Hameed, R. H., & Fekry, A. M. (2015). Aminolysis of polyethylene terephthalate waste as corrosion inhibitor for carbon steel in HCl corrosive medium. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 24, 314–321.
14. Tawfik, M. E. (2010). Aminolysis of poly(ethylene terephthalate) wastes based on sunlight and utilization of the end product. *Journal of Applied Polymer Science*, 118(1), 469–475.